

Κεφάλαιο 3 – ΚΑΝΟΝΤΑΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Οδηγίες βήμα προς βήμα

1. Εύρεση του πεδίου — Χρησιμοποιώντας ένα ουράνιο άτλαντα ή χάρτη, κοιτάξτε και εντοπίστε το πεδίο ή την περιοχή του ουρανού στην οποία βρίσκεται ο μεταβλητός. Εδώ είναι πολύ χρήσιμο να γνωρίζετε τους αστερισμούς. Προσανατολίστε το χάρτη κλίμακας 'Α' ή 'Β' έτσι ώστε να ταιριάζει με ότι βλέπετε στον ουρανό.

2α. Εύρεση του μεταβλητού με ερευνητική διόπτρα ή ερευνητή 1X — Κοιτάξτε το χάρτη κλίμακας 'Α' ή 'Β' και διαλέξτε ένα λαμπρό "άστρο-κλειδί" που αποτυπώνεται κοντά στο μεταβλητό. Τώρα δείτε ψηλά και προσπαθήστε να βρείτε το ίδιο άστρο στον ουρανό. Αν δε μπορείτε να το δείτε με γυμνό μάτι (εξαιτίας του σεληνιακού φωτός ή άλλου παράγοντα), χρησιμοποιείστε ερευνητή ή προσοφθάλμιο πολύ χαμηλής ισχύος και ευρέως πεδίου. Σκοπεύστε το τηλεσκόπιο όσο εγγύτερα γίνεται στην περιοχή του ουρανού στη οποία πρέπει να βρίσκεται το άστρο-κλειδί. Να θυμάστε πως ανάλογα με τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείτε, ο προσανατολισμός των άστρων που βλέπετε μέσα από το τηλεσκόπιο μπορεί να είναι διαφορετικός από αυτόν που βλέπετε κοιτάζοντας με γυμνό μάτι. Πρέπει να μάθετε να ταιριάζετε τις περιοχές Βορρά-Ανατολής-Νότου και Δύσης με το δικό σας εξοπλισμό. Δείτε τις σελίδες 16 και 17 για περισσότερες διευκρινήσεις. Επιβεβαιώστε πως έχετε σκοπεύσει το σωστό άστρο-κλειδί αναγνωρίζοντας αμυδρότερα άστρα κοντά του, όπως φαίνονται στο χάρτη.

Τώρα προχωρήστε αργά με αστροάλματα (star hop) προς την κατεύθυνση του μεταβλητού, αναγνωρίζοντας αστρικούς σχηματισμούς καθώς προχωράτε. Μέχρι να εξοικειωθείτε καλά με το πεδίο, θα χρειαστούν πολλές προσπάθειες—από το χάρτη, στον ουρανό, μέσω του ερευνητή και πάλι πίσω, μέχρι να φτάσετε στην άμεση γειτονιά του μεταβλητού. Βεβαιωθείτε πάλι για την ορθή αναγνώριση. Κάποιες φορές βοηθά να σύρετε γραμμές στο χάρτη συνδέοντας τα άστρα σε κάθε σχηματισμό.

2β. Εύρεση του μεταβλητού με στήριξη GoTo — Αν το τηλεσκόπιό σας είναι εφοδιασμένο με σύστημα GoTo, μπορείτε να επιλέξετε αυτό για να

βρείτε τα πεδία των μεταβλητών. Πριν αρχίσετε, βεβαιωθείτε πως το τηλεσκόπιο είναι κατάλληλα προσανατολισμένο. Θα χρησιμοποιήσετε τις συντεταγμένες σε εποχή 2000 που εμφανίζονται στην κορυφή του χάρτη για να κινηθείτε προς το μεταβλητό.

Θυμηθείτε πως ο μεταβλητός μπορεί να μην είναι άμεσα ορατός. Ακόμα κι αν θα πρέπει να βρίσκεται στο οπτικό πεδίο, είναι απαραίτητο να αναγνωρίσετε τα άστρα στην περιοχή του μεταβλητού για επιβεβαίωση. Συχνά, θα δείτε πως είναι χρήσιμο να σαρώσετε το πεδίο για να εντοπίσετε ένα λαμπρό άστρο-κλειδί ή ομάδα άστρων που θα ταυτοποιήσετε κατόπιν στο χάρτη. Από εκεί μπορείτε να προχωρήσετε με αστροάλματα προς το μεταβλητό.

3. Βρείτε τους αστέρες συγκρίσεως — Όταν είσατε βέβαιοι πως έχετε εντοπίσει σωστά το μεταβλητό, μπορείτε να συνεχίσετε κάνοντας εκτίμηση της λαμπρότητάς του συγκρίνοντάς τον με άλλα άστρα σταθερής και γνωστής λαμπρότητας. Αυτοί οι αστέρες συγκρίσεως (comparison ή comp stars) είναι συνήθως διάσπαρτοι στο χάρτη, κοντά στο μεταβλητό. Βρείτε τους με το τηλεσκόπιο, ενώ για μια ακόμα φορά να είστε πολύ προσεκτικοί και βέβαιοι πως τους έχετε αναγνωρίσει ορθά.

4. Εκτιμήστε το μέγεθος — Για να εκτιμήσετε το μέγεθος ενός μεταβλητού, καθορίστε ποιός αστέρας (ή αστέρες) συγκρίσεως είναι εγγύτεροι στη λαμπρότητα του μεταβλητού. Εκτός κι αν ο μεταβλητός έχει ακριβώς την ίδια λαμπρότητα με κάποιο αστέρα συγκρίσεως, θα πρέπει να κάνετε παρεμβολή μεταξύ ενός που είναι λαμπρότερος και ενός άλλου που είναι αμυδρότερος από το μεταβλητό. Η άσκηση παρεμβολής στην εικόνα 3.1 (σελ. 15) βοηθά στην οπτικοποίηση και κατανόηση αυτής της διαδικασίας.

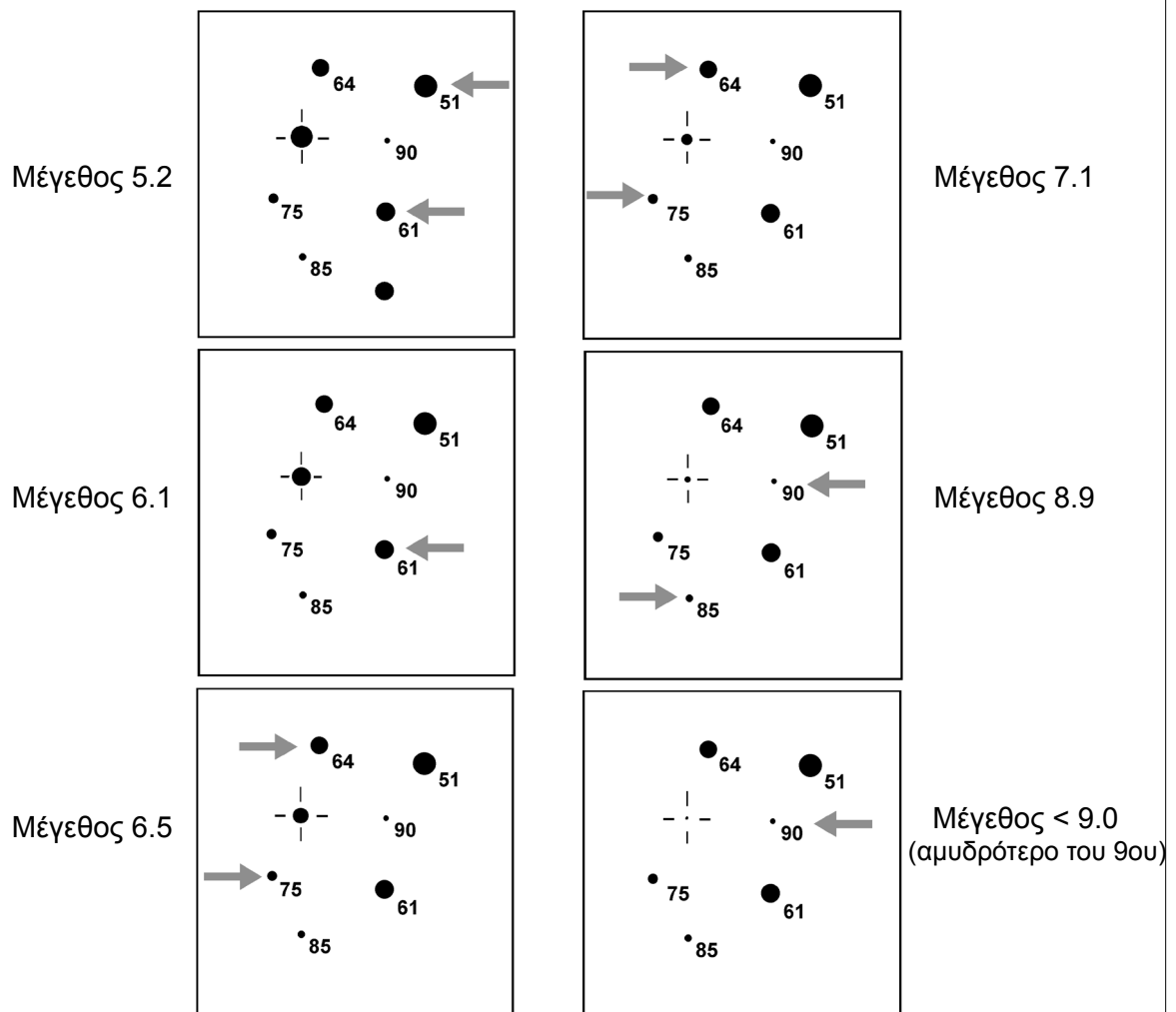
5. Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας — Οι παρακάτω πληροφορίες πρέπει να καταγράφονται στις σημειώσεις σας το ταχύτερο δυνατόν μετά από κάθε παρατήρηση:

- **αναγνωριστικό άστρου για το μεταβλητό** (δείτε τις σελίδες 24-27 για περισσότερα επ' αυτού)

Εικόνα 3.1 – Ασκήσεις παρεμβολής

Αυτά είναι μερικά παραδείγματα που δείχνουν πώς να κάνετε παρεμβολή μεταξύ των μεγεθών των αστέρων συγκρίσεως με σκοπό να καθορίσετε το μέγεθος του μεταβλητού. Θυμηθείτε ότι στον πραγματικό κόσμο, όλα τα άστρα εμφανίζονται ως σημειακές πηγές κι όχι σαν δίσκοι διαφορετικών μεγεθών. Τα άστρα που χρησιμοποιούνται για την παρεμβολή σε κάθε παράδειγμα παρακάτω, σημειώνονται με βέλη.

Για περισσότερα σχετικά με την παρεμβολή, δοκιμάστε να χρησιμοποιήσετε τον εξομοιωτή τηλεσκοπίου (Telescope Simulator), μια δυναμική παρουσίαση για το πώς θα κάνετε εκτιμήσεις του μεγέθους των μεταβλητών αστέρων. Μπορείτε να τη βρείτε στην ιστοσελίδα: <http://www.aavso.org/online-resources>



- **ημερομηνία και ώρα** της παρατήρησης
- **εκτίμηση μεγέθους** για το μεταβλητό
- **μεγέθη των αστερών συγκρίσεως** που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση
- **ταυτότητα του χάρτη** που χρησιμοποιήθηκε
- **σημειώσεις** για οποιεσδήποτε συνθήκες μπορεί να επηρέασαν το seeing (π.χ. νέφη, ομίχλη, φεγγαρόφωτο κλπ)

6. Προετοιμάστε την αναφορά σας — Υπάρχει ένα πολύ συγκεκριμένο πρότυπο για την υποβολή των παρατηρήσεών σας και υπάρχουν προτιμώμενα εργαλεία για να υποβάλλετε τις αναφορές σας στα κεντρικά της AAVSO. Οδηγίες για την υποβολή των παρατηρήσεων καλύπτονται λεπτομερώς στο κεφάλαιο 7 αυτού του εγχειριδίου.

Πρόσθετες Τεχνικές Παρατήρησης

Οπτικό πεδίο

Οι νέοι παρητηρητές θα πρέπει να εξακριβώσουν το κατά προσέγγιση πεδίο των τηλεσκοπίων τους με τους διαφορετικούς προσοφθάλμιους που χρησιμοποιούν (δείτε επίσης τη σελ. 4). Στρέψτε το τηλεσκόπιο σε μια περιοχή κοντά στον ουράνιο

ισημερινό και χωρίς να το κινείτε, παρατηρείστε ένα λαμπρό άστρο. Αυτό θα κινείται με ρυθμό μιάς μοίρας ανά τέσσερα λεπτά σ' αυτή την περιοχή. Για παράδειγμα, αν απαιτούνται δύο λεπτά για ένα άστρο να διατρέξει το πεδίο απ' άκρη σε άκρη περνώντας από το κέντρο του, η διάμετρος του οπτικού πεδίου είναι μισή μοίρα.

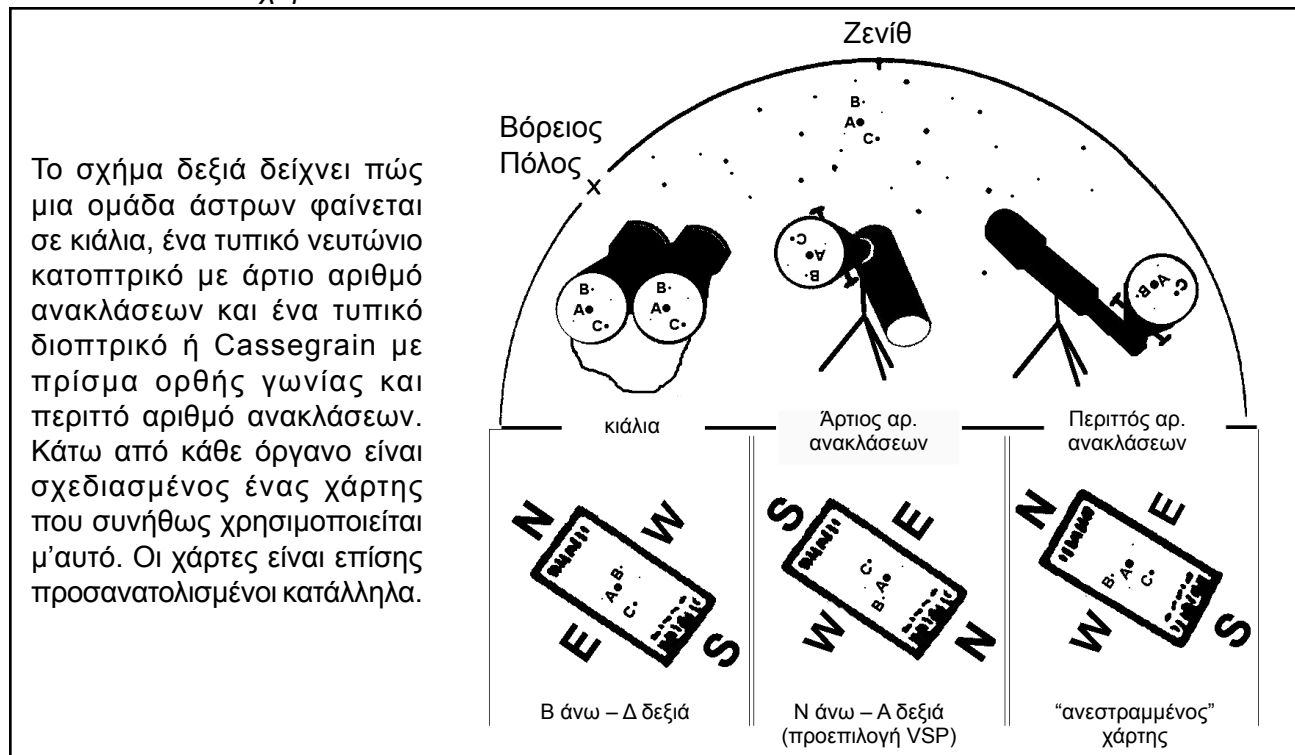
Αφού καθοριστεί το πεδίο του οργάνου, μπορεί να σχεδιαστεί κύκλος κατάλληλης διαμέτρου στο χάρτη με κέντρο το μεταβλητό, ως βοήθημα για να αναγνωρίσετε το νέο πεδίο. Μπορεί ακόμα να φανεί χρήσιμο να αναπαραστήσετε το πεδίο στο χάρτη χρησιμοποιώντας ένα κομμάτι χαρτόνι ή πλαστικό με σπη κατάλληλου μεγέθους ή φτιάχνοντας συρμάτινο δακτύλιο που θα τοποθετήσετε πάνω στο χάρτη κλπ.

Προσανατολισμός των χαρτών

Για επιτυχημένη χρήση των χαρτών, θα πρέπει να μάθετε πώς να θέτετε σωστά τις διευθύνσεις Βορρά-Νότου (N-S) και Ανατολής-Δύσης (E-W) όταν δημιουργείτε το χάρτη και πώς να τον προσανατολίζετε κατάλληλα στον ουρανό.

Αν παρατηρείτε π.χ. με κιάλια ή γυμνό μάτι, θα πρέπει να δημιουργήσετε χάρτη με το Βορρά

Εικόνα 3.2 – Τύποι χαρτών



Προσανατολισμός των χαρτών

Ανεξάρτητα από το είδος του χάρτη που χρησιμοποιείτε, η θέση του μεταβλητού αλλάζει σε σχέση με τον ορίζοντα καθώς η γη περιστρέφεται και ο χάρτης πρέπει να κρατείται σύμφωνα με τους παρακάτω κανόνες:

1. Δείτε τη διεύθυνση στην οποία η απόσταση από το μεταβλητό ως τον ορίζοντα είναι η μικρότερη.

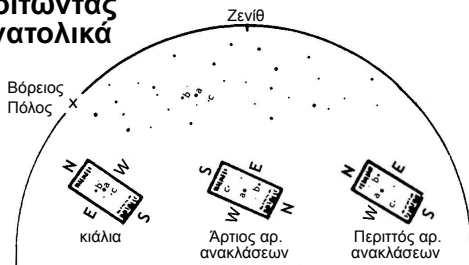
2. Κρατείστε το χάρτη ψηλά πάνω από το κεφάλι σας, δίπλα από τον μεταβλητό.

3. Για τους κανονικούς χάρτες (Νότος άνω – Ανατολή δεξιά), περιστρέψτε τον ούτως ώστε ο Νότος να δείχνει τον Πολικό. (Για το νότιο ημισφαίριο, ο Βορράς θα δείχνει τον Νότιο Πόλο του ουρανού). Αν χρησιμοποιείτε χάρτη για κιάλια ή “ανεστραμμένο” χάρτη, ο Βορράς του θα δείχνει τον Πολικό.

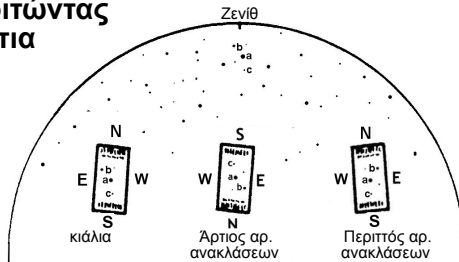
4. Χαμηλώστε τον χάρτη σε βολική θέση χωρίς να αλλάξετε τον προσανατολισμό του.

Βόρειο Ημισφαίριο

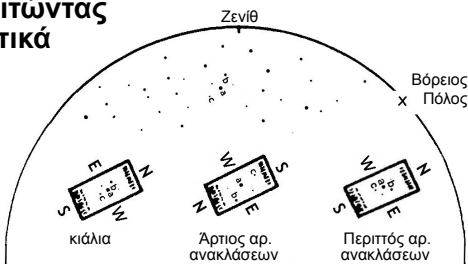
Κοιτώντας ανατολικά



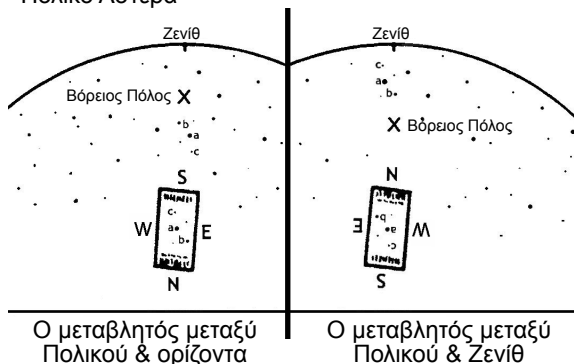
Κοιτώντας νότια



Κοιτώντας δυτικά

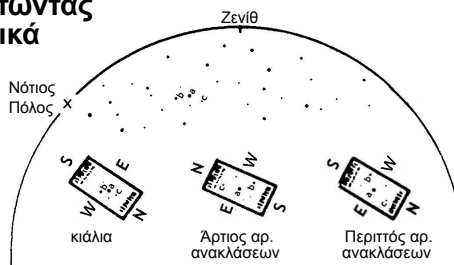


Κοιτώντας βόρεια – Ο χάρτης πρέπει να κρατηθεί ανάποδα αν ο μεταβλητός βρίσκεται πάνω από τον Πολικό Αστέρα

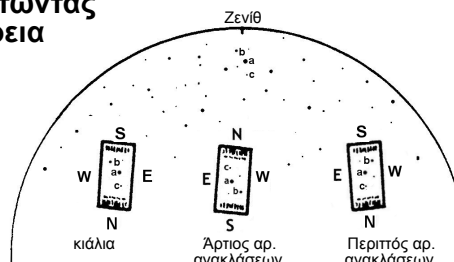


Νότιο Ημισφαίριο

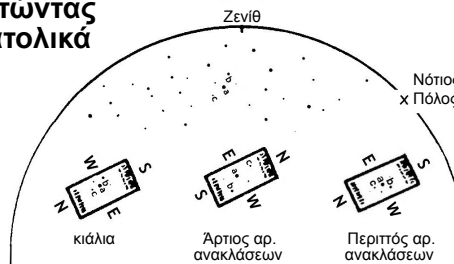
Κοιτώντας δυτικά



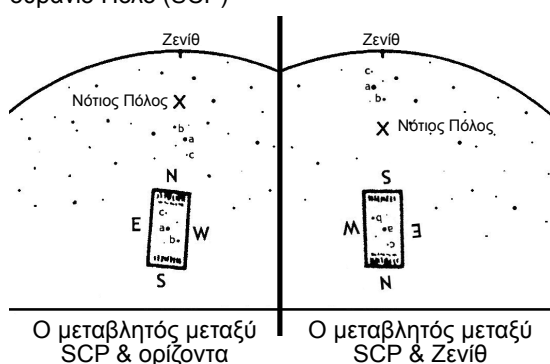
Κοιτώντας βόρεια



Κοιτώντας ανατολικά



Κοιτώντας νότια – Ο χάρτης πρέπει να κρατηθεί ανάποδα αν ο μεταβλητός βρίσκεται πάνω από τον Νότιο ουράνιο Πόλο (SCP)



επάνω και τη Δύση στα δεξιά. Αν χρησιμοποιείτε κατοπτρικό τηλεσκόπιο που έχει άρτιο αριθμό ανακλάσεων με αποτέλεσμα το πεδίο να φαίνεται ανεστραμμένο, θα φτιάξετε χάρτη στον οποίο ο Νότος θα είναι επάνω και η Ανατολή στα δεξιά. Σε διοπτρικά και καταδιοπτρικά τηλεσκόπια, συχνά χρησιμοποιείται διαγώνιο πρίσμα ορθής γωνίας που έχει ως αποτέλεσμα περιττό αριθμό ανακλάσεων. Αυτό δημιουργεί κατοπτρική εικόνα και θα βρείτε ευκολότερο να χρησιμοποιείτε τους ανεστραμμένους χάρτες της AAVSO (reversed charts) στους οποίους ο Βορράς είναι επάνω και η Ανατολή στα δεξιά. Η παραπάνω εικόνα 3.2 δείχνει τους διαφορετικούς τρόπους διαμόρφωσης των χαρτών, ενώ στην προηγούμενη σελίδα φαίνεται πώς να κρατάτε το χάρτη σε σχέση με τον ουρανό.

Η κλίμακα των μεγεθών

Η κλίμακα των μεγεθών μπορεί στη αρχή να φαίνεται περίπλοκη γιατί όσο μεγαλύτερος ο αριθμός, τόσο αμυδρότερο είναι το άστρο. Το όριο για γυμνό μάτι είναι το 6ο κατά μέσο όρο υπό πολύ καλές συνθήκες. Αστέρες όπως ο Αντάρης, ο Στάχυς και ο Πολυδεύκης είναι 1^{ου} μεγέθους. Ο Αρκτούρος κι ο Βέγας είναι μηδενικού. Ο Κάνωπος είναι -1 και ο λαμπρότερος αστέρας του ουρανού, ο Σείριος, είναι -1.5.

Στους χάρτες της AAVSO, οι αστέρες συγκρίσεως προσδιορίζονται με αριθμούς που υποδηλώνουν το μέγεθός τους σε δέκατα. Η υποδιαστολή παραλείπεται για να αποφεύγεται η σύγχυση με κουκίδες που αναπαριστούν αστέρες. Έτσι, 84 και 90 δηλώνουν δύο άστρα των οποίων τα μεγέθη είναι 8.4 και 9.0 αντίστοιχα.

Τα μεγέθη των αστερών συγκρίσεως που χρησιμοποιούνται στους χάρτες της AAVSO έχουν καθοριστεί πολύ προσεκτικά με ειδικά όργανα (φωτοηλεκτρικά φωτόμετρα και CCD) και θεωρούνται ως μετρητικοί κανόνες για την εκτίμηση του μεγέθους του μεταβλητού. Είναι σημαντικό να κρατά ο παρατηρητής σημείωση για το ποιούς αστέρες συγκρίσεως χρησιμοποιεί όταν κάνει εκτίμηση της λαμπρότητας ενός μεταβλητού.

Επειδή στην πραγματικότητα η κλίμακα μεγεθών είναι λογαριθμική, ένα άστρο «δύο φορές αμυδρότερο» από ένα άλλο, δε μπορεί να δηλωθεί με αριθμό απλώς διπλάσιας τιμής.

Μετρώντας τις λαμπρότητες των άστρων

– Από το εγχειρίδιο AAVSO Variable Star Astronomy Manual.

Η μέθοδος που χρησιμοποιούμε σήμερα για να συγκρίνουμε φαινόμενες λαμπρότητες των άστρων έχει τις ρίζες της στην αρχαιότητα. Ο Ίππαρχος, ένας Έλληνας αστρονόμος που έζησε τον 2^ο αιώνα π.Χ., πιστώνεται συνήθως με την κατάρτιση μεθόδου για την ταξινόμηση των λαμπροτήτων των άστρων. Ονόμασε το λαμπρότερο άστρο κάθε αστερισμού ως «πρώτου μεγέθους». Ο Πτολεμαίος, το 140 μ.Χ. βελτίωσε το σύστημα του Ίππαρχου και χρησιμοποίησε μία κλίμακα από το 1 ως το 6 για να συγκρίνει αστρικές λαμπρότητες, με το 1 να είναι το λαμπρότερο και το 6 το πιο αμυδρό.

Αστρονόμοι στα μέσα του 19^{ου} αιώνα ποσοτικοποίησαν αυτούς τους αριθμούς και τροποποίησαν το παλιό ελληνικό σύστημα. Οι μετρήσεις έδειξαν πως άστρα 1^{ου} μεγέθους είναι 100 φορές λαμπρότερα από αυτά του 6^{ου} μεγέθους. Υπολογίστηκε επίσης ότι το ανθρώπινο μάτι εκλαμβάνει αλλαγή ενός μεγέθους ως μεταβολή 2.5 φορές στη λαμπρότητα. Άρα, για διαφορά 5 μεγεθών θα φαίνεται πως είναι 2.5⁵ ή 100 φορές λαμπρότερο. Έτσι η διαφορά των 5 μεγεθών ορίστηκε να ισούται με παράγοντα ακριβώς 100 σε φαινόμενη λαμπρότητα.

Έπεται λοιπόν ότι ένα μέγεθος ισούται με την 5^η ρίζα του 100 ή προσεγγιστικά με 2.5. έτσι, η φαινόμενη λαμπρότητα δύο αντικειμένων μπορεί να συγκριθεί αφαιρώντας το μέγεθος του λαμπρότερου από το μέγεθος του αμυδρότερου και υψώνοντας το 2.5 στη διαφορά. Για παράδειγμα, η Αφροδίτη και ο Σείριος διαφέρουν κατά 3 μεγέθη. Αυτό σημαίνει πως η Αφροδίτη εμφανίζεται να είναι 2.5³ – περίπου 15 – φορές λαμπρότερη από το Σείριο. Μ' άλλα λόγια, θα χρειάζονταν 15 άστρα λαμπρά όπως ο Σείριος στο ίδιο σημείο του ουρανού για να έχουν τη λαμπρότητα της Αφροδίτης.

Σ' αυτή την κλίμακα, κάποια αντικείμενα είναι τόσο λαμπρά που έχουν αρνητικά μεγέθη, ενώ τα ισχυρότερα τηλεσκόπια (όπως το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble) μπορούν να «δουν» αντικείμενα μεγέθους κοντά στο +30.

Φαινόμενα μεγέθη επιλεγμένων αντικειμένων:

Ήλιος	-26.7	Σείριος	-1.5
Πανσέληνος	-12.5	Βέγας	0.0
Αφροδίτη (μεγιστο)	-4.6	Πολικός	2.0

(Δείτε τη σημείωση *Μετρώντας τις λαμπρότητες των άστρων*, στην προηγούμενη σελίδα). Γι αυτό το λόγο ο παρατηρητής πρέπει να προσέχει πάντοτε να χρησιμοποιεί αστέρες συγκρίσεως που δεν απέχουν πολύ από τη λαμπρότητα του μεταβλητού – όχι περισσότερο από 0.5 ή 0.6 μεγέθη – όταν κάνει εκτιμήσεις.

Οριακό μέγεθος

Είναι καλύτερα να χρησιμοποιείτε απλώς επαρκή ισχύ των οπτικών βοηθημάτων, ώστε ο μεταβλητός να φαίνεται με ευκολία. Γενικά, αν είναι λαμπρότερος από το 5^ο μέγεθος, το γυμνό μάτι είναι καλύτερο. Αν είναι από το 5^ο ως το 7^ο, συνιστάται ο ερευνητής ή ένα καλό ζευγάρι κιάλια κι αν είναι κάτω από το 7^ο μέγεθος, θα χρησιμοποιούνται είτε ισχυρά κιάλια ή τηλεσκόπιο 75 mm ή περισσότερο – ανάλογα με το μέγεθος του μεταβλητού.

Οι εκτιμήσεις λαμπρότητας είναι ευκολότερο να γίνουν όταν είναι 2 – 4 μεγέθη πάνω από το όριο του οργάνου.

Πίνακας 3.1 – *Τυπικά οριακά μεγέθη*

		Μάτι	Κιάλια	6" (15cm)	10" (25cm)	16" (40cm)
Πόλη	M.T.	3.2	6.0	10.5	12.0	13.0
	Y.T.	4.0	7.2	11.3	13.2	14.3
Μετρίως σκοτεινός	M.T.	4.8	8.0	12.0	13.5	14.5
	Y.T.	5.5	9.9	12.9	14.3	15.4
Πολύ σκοτεινός	M.T.	6.2	10.6	12.5	14.7	15.6
	Y.T.	6.7	11.2	13.4	15.6	16.5

M.T. = Μέση Τιμή - Y.T. = Υψηλότερη τιμή

Ο παραπάνω πίνακας 3.1 είναι προσεγγιστικός οδηγός για τον υπολογισμό του οριακού μεγέθους σε σχέση με το μέγεθος του οργάνου που χρησιμοποιείτε. Αυτό όμως που στην πραγματικότητα μπορείτε να παρατηρήσετε με τον εξοπλισμό σας μπορεί να διαφέρει πολύ από τα δεδομένα του πίνακα, εξ αιτίας των ατμοσφαιρικών συνθηκών, του seeing και της ποιότητας του τηλεσκοπίου. Ίσως είναι χρήσιμο να δημιουργήσετε το δικό σας πίνακα χρησιμοποιώντας ένα ουράνιο άτλαντα ή χάρτη με δεδομένα μεγέθη για μη μεταβλητά άστρα

που είναι εύκολο να εντοπίσετε. Μη σπαταλάτε χρόνο σε μεταβλητούς κάτω από το όριο του τηλεσκοπίου σας γιατί τα αποτελέσματα δε θα είναι ικανοποιητικά.

Όταν ένα αμυδρό άστρο βρίσκεται κοντά σε ένα μεταβλητό, σιγουρευτείτε πως δε συγχέετε τα δύο άστρα μεταξύ τους. Αν ο μεταβλητός είναι κοντά στο όριο ορατότητας και υπάρχει αμφιβολία για το αν είναι σίγουρα ταυτοποιημένος, να το επισημάνετε στην αναφορά σας.

Ταυτοποίηση του μεταβλητού

Θυμηθείτε πως ο μεταβλητός μπορεί να μην είναι ορατός μέσα από το τηλεσκόπιο σας τη στιγμή που τον παρατηρείτε άσχετα με το αν είναι σε φάση μέγιστης, ελάχιστης λαμπρότητας ή κάπου ενδιάμεσα.

Όταν θεωρήσετε πως έχετε εντοπίσει το μεταβλητό, συγκρίνετε πολύ προσεκτικά την περιοχή γύρω του με το χάρτη. Αν υπάρχουν άστρα στο πεδίο που δε φαίνεται να ταιριάζουν σε λαμπρότητα ή θέση, τότε μάλλον κοιτάτε λάθος άστρο. Προσπαθήστε πάλι.

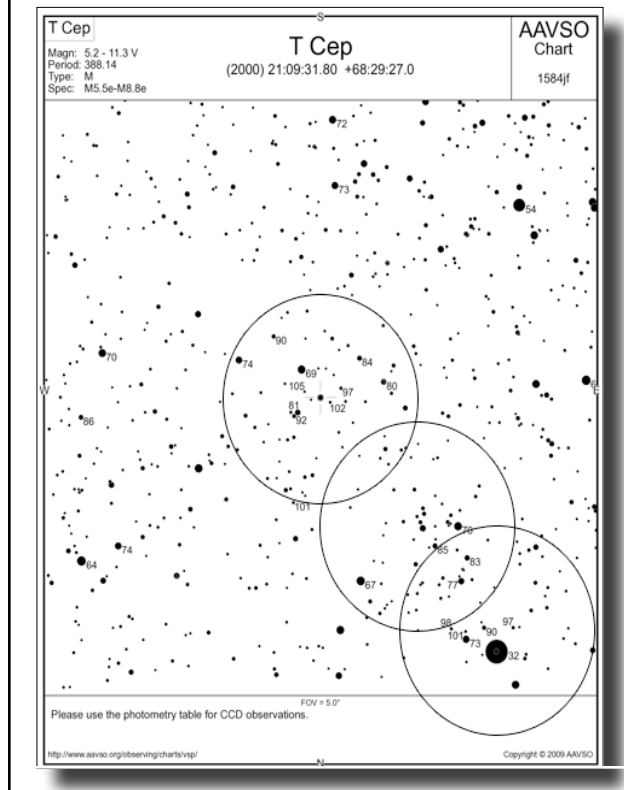
Προσοφθάλμιος μεγάλης μεγέθυνσης είναι απαραίτητος όταν ο μεταβλητός είναι αμυδρός ή βρίσκεται σε περιοχή με πολλά άστρα. Είναι επίσης πιθανό να πρέπει να χρησιμοποιήσετε χάρτες κλίμακας 'D' ή 'E' για να έχετε θετική ταυτοποίηση του μεταβλητού. Όταν παρατηρείτε, χαλαρώστε. Μη χάνετε χρόνο σε μεταβλητούς που δε μπορείτε να εντοπίσετε. Αν δε μπορείτε να βρείτε ένα μεταβλητό μετά από λογική προσπάθεια, κάντε σημείωση και πηγαίνετε στον επόμενο. Μετά την περίοδο παρατήρησης, εξετάστε ξανά τους χάρτες και δείτε αν μπορείτε να κατανοήσετε το λόγο που δε βρέθηκε ο μεταβλητός. Προσπαθήστε ξανά την επόμενη φορά που θα παρατηρήσετε!

Βρείτε τους αστέρες συγκρίσεως

Για να κάνετε την εκτίμησή σας, θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε τουλάχιστον δύο αστέρες συγκρίσεως κι αν είναι εφικτό, περισσότερους των δύο. Αν η διαφορά λαμπρότητας μεταξύ των αστέρων συγκρίσεως είναι μεγάλη π.χ. πάνω από 0.5 μεγέθη, προσέξτε πολύ πώς η διαφορά λαμπρότητας από τον λαμπρό αστέρα συγκρίσεως ως τον μεταβλητό συγκρίνεται με αυτή από τον μεταβλητό ως τον αμυδρό αστέρα συγκρίσεως.

Εικόνα 3.3 – Αστροάλματα

Ο παρακάτω χάρτης απεικονίζει μια τυπική ακολουθία αλμάτων από το λαμπρό άστρο-κλειδί β Κηφέως έως τον μεταβλητό: Τ Κηφέως. Σημειώστε πως έχει σχεδιαστεί το οπτικό πεδίο του τηλεσκοπίου του παρατηρητή και μια λαμπρή ομάδα άστρων αξιοποιήθηκε για την εύρεση της διαδρομής από τον β στον Τ Κηφέως



Εκτιμώντας τη λαμπρότητα του μεταβλητού

Καταγράψτε ακριβώς ότι βλέπετε, ανεξάρτητα από φαινομενικές ασυμφωνίες στις παρατηρήσεις σας. Πρέπει να ξεκινάτε την περίοδο παρατήρησης με καθαρό μυαλό και μην επιτρέπτε να επηρεάζεται η εκτίμησή σας από προηγούμενες ή από το ΤΙ ΝΟΜΙΖΕΤΕ πως έπρεπε να κάνει το άστρο.

Καθώς μελετάτε την εκτίμησή σας, παρακαλούμε να έχετε υπόψη σας τα παρακάτω τρία πράγματα:

Τοποθέτηση

Τονίζεται μετέπιτάσεως ότι όλη η παρατήρηση πρέπει να γίνεται κοντά στο κέντρο του πεδίου. Τα περισσότερα τηλεσκόπια δε φωτίζουν το 100% του πεδίου μερικών προσοφθαλμίων και επίσης υπάρχουν μεγαλύτερες παραμορφώσεις της εικόνας κοντά στα όρια του οπτικού πεδίου.

Αν ο μεταβλητός κι ο αστέρας συγκρίσεως είναι κοντά, θα πρέπει να τοποθετηθούν σε ίση απόσταση από το κέντρο του οπτικού πεδίου. Αν είναι μακριά, δεν θα πρέπει να παρατηρούνται ταυτόχρονα αλλά να τοποθετούνται εναλλάξ στο κέντρο του πεδίου. Ίσως χρειστεί να κινήσετε κάμποσες φορές το τηλεσκόπιο μπρος-πίσω μεταξύ των δύο άστρων πριν κάνετε την εκτίμησή σας.

Γωνία θέσης

Καθώς κοιτάζετε εναλλάξ το μεταβλητό και τον αστέρα συγκρίσεως, είναι σημαντικό να κινείτε το κεφάλι σας ή να περιστρέφετε το πρίσμα – εφόσον χρησιμοποιείται – με τέτοιο τρόπο ώστε η φανταστική γραμμή που συνδέει τα δύο άστρα να είναι παράλληλη με την αντίστοιχη που συνδέει τα κέντρα των ματιών σας. Αν δεν το κάνετε, μπορεί να προκληθεί «σφάλμα γωνίας θέσης» που θα επηρεάσει την τελική εκτίμηση ως και μισό μέγεθος.

Φαινόμενο Purkinje

Όταν παρατηρείτε μεταβλητούς που έχουν αναμφισβήτητο κόκκινο χρώμα, συνιστάται να γίνεται η εκτίμηση με τη μέθοδο «γρήγορης ματιάς» παρά με παρατεταμένη θέαση. Εξ' αιτίας του φαινομένου Purkinje, τα κόκκινα άστρα τείνουν να διεγείρουν τον αμφιβληστροειδή του οφθαλμού όταν παρακολουθούνται για μια παρατεταμένη περίοδο χρόνου. Συνεπώς τα κόκκινα άστρα θα φαίνονται λαμπρότερα σε σχέση με τα μπλε, οδηγώντας σε εσφαλμένη εκτίμηση των σχετικών μεγεθών.

Μια άλλη μέθοδος που συνιστάται πολύ για εκτιμήσεις μεγέθους κόκκινων άστρων είναι η λεγόμενη «εξωεστιακή». Σ' αυτή, ο προσοφθάλμιος πρέπει να έρθει εκτός εστίας τόσο ώστε τα άστρα να φαίνονται σαν άχρωμοι δίσκοι. Μ' αυτό τον τρόπο, το συστηματικό σφάλμα λόγω φαινομένου Purkinje θα αποφευχθεί. Αν το χρώμα του μεταβλητού φαίνεται ακόμα και εκτός εστίας, θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε μικρότερο τηλεσκόπιο ή να περιορίσετε τη διάμετρο του αντικειμενικού με κατάλληλο πτέασμα.

Αμυδρά άστρα

Για αμυδρά άστρα προσπαθήστε να κάνετε την εκτίμησή σας χρησιμοποιώντας «πλάγια όραση».

Για να το πετύχετε, τοποθετείστε το μεταβλητό και τον αστέρα συγκρίσεως κοντά στο κέντρο του οπτικού πεδίου και επικεντρώστε το βλέμμα σε μια άκρη του. Έτσι θα αξιοποιήσετε την περιφερειακή όραση και ο λόγος που αυτό αποδίδει θα εξηγηθεί παρακάτω.

Αν ο μεταβλητός δε φαίνεται επειδή είναι εξαιρετικά αμυδρός, λόγω αχλύος ή φεγγαρόφωτου, τότε σημειώστε τον αμυδρότερο αστέρα συγκρίσεως που είναι ορατός. Αν για παράδειγμα αυτός έχει μέγεθος 11.5 θα καταγράψετε την παρατήρηση του μεταβλητού ως <11.5, το οποίο σημαίνει πως ο μεταβλητός δε φαίνεται και πρέπει να είναι αμυδρότερος από το μέγεθος 11.5. Το σύμβολο '<' είναι μαθηματικό και σημαίνει «μικρότερο από».

Τήρηση αρχείου

Θα πρέπει να χρησιμοποιείτε ένα δεμένο βιβλίο (σπιράλ ή όπως τα λογιστικά βιβλία) για αρχείο των παρατηρήσεών σας. Τα βιβλία παρατηρήσεων θα πρέπει να παραμένουν ανέπαφα. Τυχόν διορθώσεις θα πρέπει να γράφονται με διαφορετικό χρώμα και να σημειώνεται η ημερομηνία. Ένα δεύτερο βιβλίο καταγραφών – θα μπορούσε να είναι ντοσιέ – θα περιέχει χειρόγραφες σημειώσεις των συνολικών μηνιαίων παρατηρήσεων, αντίγραφα αναφορών που έχουν υποβληθεί, ανακοινώσεις για έκτακτα φαινόμενα και άλλες πληροφορίες. Τα αρχεία του υπολογιστή θα πρέπει να αποθηκεύονται και αρχειοθετούνται για μελλοντική αναφορά.

Οι σημειώσεις των παρατηρήσεών σας θα πρέπει επίσης να περιέχουν πληροφορίες για τυχόν παρόντες ανθρώπους, φώτα, θορύβους και οτιδήποτε άλλο θα μπορούσε να επηρεάσει την αυτοσυγκέντρωσή σας.

Αν για οποιοδήποτε λόγο η εκτίμηση μεγέθους είναι αμφίβολη, σημειώστε το στο αρχείο, αναφέροντας τους λόγους της αμφιβολίας.

Είναι θεμελιώδες να τηρούνται τα αρχεία με τρόπο ώστε ο παρατηρητής να μην προκαταλαμβάνεται από το μέγεθος που είχε ο μεταβλητός την προηγούμενη φορά που παρατηρήθηκε. Ο παρατηρητής θα πρέπει να επιτύχει να κάνει όλες τις εκτιμήσεις ανεξάρτητες μεταξύ τους και χωρίς αναφορά σε προηγούμενες παρατηρήσεις.

Στην κεφαλίδα κάθε σελίδας του βιβλίου παρατηρήσεων, σημειώστε ην Ιουλιανή ημέρα (εξηγείται στο κεφάλαιο 5), την ημέρα της εβδομάδας και την ημερομηνία. Είναι σκόπιμο να χρησιμοποιείται σημείωση «διπλής ημέρας» για να αποφεύγεται σύγχυση για παρατηρήσεις που γίνονται μετά τα μεσάνυχτα π.χ. JD 2455388, Σαβ. – Κυρ., 10-11 Ιουλίου 2010. Σε περίπτωση που γίνει λάθος σε κάποια καταχώρηση, οι υπόλοιπες θα δείξουν το ορθό.

Αν είναι διαθέσιμα περισσότερα του ενός όργανα, σημειώστε ποιό χρησιμοποιήθηκε σε κάθε παρατήρηση.

Απόσπασμα από το βιβλίο παρατηρήσεων του Gene Hanson (HSG).

[illegible]

Starlight in your eyes – από το εγχειρίδιο: AAVSO Variable Star Astronomy Manual

Το ανθρώπινο μάτι μοιάζει με φωτογραφική μηχανή. Έχει ενσωματωμένο σύστημα καθαρισμού και λίπανσης, μετρητή έκθεσης, αυτόματο ερευνητή πεδίου και συνεχή παροχή φιλμ. Το φως από ένα αντικείμενο εισέρχεται στον κερατοειδή – ένα διάφανο κάλυμμα στην επιφάνεια του ματιού, περνά από ένα διάφανο φακό που συγκρατείται στη θέση του από ακτινωτούς μύες. Η ίρις μπροστά από το φακό ανοιγοκλείνει όπως το διάφραγμα μιας κάμερας για να ρυθμίσει το φως που εισέρχεται στο μάτι με ακούσια συστολή ή διαστολή της κόρης. Η ίρις συρρικνώνεται σταδιακά με την ηλικία: παιδιά και νέοι ενήλικες έχουν κόρες που μπορούν να ανοίξουν στα 7, 8 mm ή και περισσότερο σε διάμετρο, αλλά στην ηλικία των 50 δεν είναι ασυνήθιστο να μην υπερβαίνει η κόρη τα 5 mm, μειώνοντας πολύ τη φωτοσυλλεκτική ικανότητα του ματιού. Ο κερατοειδής μαζί με το φακό λειτουργούν μαζί σαν φακός μεταβλητού εστιακού μήκους που εστιάζει φως από ένα αντικείμενο ώστε να σχηματίσει εικόνα στην πίσω επιφάνεια του ματιού που ονομάζεται αμφιβληστροειδής. Επειδή η κόρη συρρικνώνεται με την ηλικία, ο αμφιβληστροειδής ενός 60χρονου ατόμου λαμβάνει περίπου του ένα τρίτο του φωτός από κάποιον που είναι 30 ετών.

Ο αμφιβληστροειδής λειτουργεί όπως το φιλμ μιας φωτογραφικής μηχανής. Περιέχει περίπου 130 εκατομμύρια φωτοευαίσθητα κύτταρα που ονομάζονται κωνία και ραβδία. Το φως που απορροφάται από αυτά τα κύτταρα προκαλεί φωτοχημικές αντιδράσεις που στέλνουν ηλεκτρικούς παλμούς στα νεύρα που συνδέονται με τα κωνία και τα ραβδία. Τα σήματα από τα μεμονωμένα κωνία και ραβδία συνδυάζονται σε ένα περίπλοκο δίκτυο νευροκυττάρων και μεταφέρονται από το μάτι στον εγκέφαλο μέσω του οπτικού νεύρου. Το τι βλέπουμε εξαρτάται από το ποιά κωνία και ραβδία έχουν διεγερθεί απορροφώντας φως και τον τρόπο με τον οποίο τα ηλεκτρικά σήματα από διαφορετικά κωνία και ραβδία έχουν συνδυαστεί και μεταφραστεί από τον εγκέφαλο. Τα μάτια μας κάνουν αρκετή «σκέψη» για το ποιές πληροφορίες θα σταλούν και ποιές θα απορριφθούν.

Τα κωνία είναι συγκεντρωμένα σε μία περιοχή του αμφιβληστροειδούς που ονομάζεται ωχρά κηλίδα. Η ωχρά κηλίδα έχει διάμετρο 1,5 mm και περιέχει 10000 κωνία και καθόλου ραβδία. Κάθε κωνίο σ' αυτή την περιοχή έχει μια ξεχωριστή νευρική ίνα που οδηγεί στον εγκέφαλο παράλληλα με το οπτικό νεύρο. Εξ' αιτίας

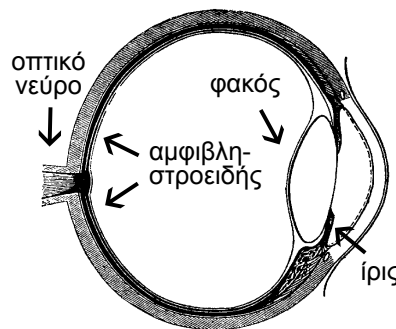
του μεγάλου αριθμού νεύρων που ξεκινούν από αυτή τη μικρή περιοχή, η ωχρά κηλίδα είναι το κατ'εξοχήν τμήμα του αμφιβληστροειδούς που προσφέρει υψηλή ανάλυση των λεπτομερειών ενός λαμπρού αντικείμενου. Εκτός από το να συγκροτούν μια περιοχή υψηλής οπτικής οξύτητας, τα κωνία στην ωχρά κηλίδα και στα άλλα τμήματα του αμφιβληστροειδούς έχουν την ιδιότητα να διακρίνουν διαφορετικά χρώματα του φωτός. Η ικανότητα να βλέπουμε το χρώμα των άστρων είναι πολύ μειωμένη γιατί η ένταση χρωμάτων δεν είναι αρκετή ώστε να διεγείρει τα κωνία. Ένας άλλος λόγος είναι πως η διαφάνεια του φακού μειώνεται με την ηλικία. Τα μωρά έχουν πολύ διάφανους φακούς από τους οποίους περνούν μήκη κύματος έως τα 3500 Å, στο βαθύ υπεριώδες.

Η συγκέντρωση των κωνίων ελαττώνεται έξω από την ωχρά κηλίδα. Σ' αυτές τις περιοχές υπερισχύουν τα ραβδία. Η πυκνότητά τους στον αμφιβληστροειδή είναι περίπου η ίδια με τα κωνία στην ωχρά κηλίδα.

Εντούτοις, τα φωτεινά σήματα από περίπου 100 γειτονικά ραβδία μεταφέρονται από ένα μόνο νεύρο που καταλήγει στον εγκέφαλο. Αυτή η σύνθεση των σημάτων από τα ραβδία ελαττώνει την ικανότητά τους να διακρίνουν λεπτομέρειες ενός αντικείμενου αλλά μας βοηθά να βλέπουμε αμυδρά αντικείμενα, καθώς πολλά ασθενή σήματα συντίθενται ώστε να δημιουργήσουν ένα ισχυρό.

Αυτός είναι ο λόγος που εκτιμούμε ευκολότερα το μέγεθος ενός αμυδρού μεταβλητού αν δεν κοιτάζουμε πάνω στο άστρο αλλά δίπλα του.

Ένας φυσιολογικός οφθαλμός μπορεί να εστιάζει σε αντικείμενα που βρίσκονται από περίπου 8 εκ. έως το άπειρο. Η ιδιότητα αυτή να εστιάζει σε αντικείμενα που βρίσκονται σε διαφορετικές αποστάσεις ονομάζεται προσαρμογή. Αντίθετα με τη φωτογραφική μηχανή που χρησιμοποιεί σταθερό εστιακό μήκος φακών και μεταβλητή απόσταση ειδώλου για να προσαρμόζεται σε διαφορετικές αποστάσεις των αντικειμένων, το μάτι έχει σταθερή απόσταση ειδώλου (περίπου 2.1 cm που είναι η απόσταση από τον κερατοειδή και το φακό ως τον αμφιβληστροειδή) και μεταβλητή εστιακή απόσταση του συστήματος φακών. Όταν το μάτι κοιτάει σε μακρινά αντικείμενα, ο μυς που ελέγχει το φακό του ματιού χαλαρώνει και τον κάνει λιγότερο καμπύλο. Μ' αυτό τον τρόπο αυξάνεται το εστιακό μήκος και σχηματίζεται εικόνα στον αμφιβληστροειδή. Αν ο φακός παραμείνει σχετικά επίπεδος και το



αντικείμενο έρθει πιά κοντά, η εστία θα μετακινηθεί πίσω από τον αμφιβληστροειδή, με αποτέλεσμα να δέχεται θολό είδωλο. Για να το αποφύγουν, οι μύες του φακού συσπώνται και προκαλούν αύξηση της καμπυλότητάς του, ελατώνοντας το εστιακό μήκος. Με το μικρότερο εστιακό μήκος, θα σχηματιστεί ορθά εστιασμένη εικόνα στον αμφιβληστροειδή. Αν τα μάτια σας κουράζονται μετά από πολύωρο διάβασμα, είναι επειδή οι μύες παραμένουν συνεχώς σε σύσπαση για να κρατούν τους φακούς των ματιών σας καμπυλωμένους.

Το έξω σημείο του ματιού είναι η μεγαλύτερη απόσταση ενός αντικειμένου στο οποίο μπορεί να εστιάσει ένας χαλαρός οφθαλμός. Το εγγύς σημείο

του ματιού είναι αντιστοίχως η μικρότερη απόσταση κάποιου αντικειμένου στο οποίο μπορεί να εστιάσει ένας οφθαλμός σε σύσπαση. Για το κανονικό μάτι, το έξω σημείο είναι πρακτικά το άπειρο (μπορούμε να εστιάσουμε στο φεγγάρι και σε μακρινά άστρα), ενώ το εγγύς σημείο είναι περίπου 8 εκατοστά. Αυτός ο μεταβλητός 'φακός ζουμ' αλλάζει με την ηλικία και η ελάχιστη απόσταση εστίας αυξάνει έως ότου είναι δύσκολο να εστιάσουμε σε αντικείμενα που βρίσκονται ακόμα και στα 40 εκατοστά, κάνοντας τους χάρτες και τα όργανα δυσκολότερο να αναγνωσθούν. Καθώς γερνά το μάτι, αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε το σύμπαν.



Ο Chris Stephan (SET) συμβουλευέται τον άτλαντά του.